

K-500 镍-铜合金



核诚

合金 K-500 / Monel K-500

NCu30-3-0.5

W.Nr.2.4375

UNS N05500

秦皇岛核诚镍业有限公司

TEL: 0335-7521553 FAX: 03357521555

E-mai: hcn0003@126.com

河北省秦皇岛市山海关区沈山路 18 号

500 镍-铜合金

材料特性

Monel K-500(UNSN05500/NCu30-3-0.5)和400镍铜合金具有相同的良好的耐蚀性之外,还具有更高的强度和硬度。这主要是此合金中含有铝、钛等元素,经一定的热处理后,在基体上存在弥散分布的Ni₃(Ti、Al)金属间化合物沉淀的缘故。

此合金主要应用于泵轴和叶轮、输送器刮刀、油经钻环、弹性部件、阀垫等。

表1 牌号及标准

材料 牌号	标准 系列	标准							
		化学 成分	管材		板材	棒材	带材	焊丝	锻件
			无缝管	焊接管					
美标 N05500	ASME		SB 165	SB 751 SB 775	SB	SB 164	SB 127	AWS A 5.14	SB 564
			SB 163		127				
			SB 829		SB				
				906					
国标 NCu30-3-0.5	GB/T	5235		/		4435	2072		26030

表2 化学成分

元素	C	Si	Mn	P	S	Ni+Co	Cr	Sn
AMS 4676D	≤0.25	≤1.00	≤1.5	≤0.02	≤0.01	≥63	—	≤0.006
GB/T5235	≤0.1	≤0.5	≤1.5	≤0.005	≤0.01	≥63	—	—
元素	Zn	Fe	Al	Ti	Mg	Co	Cu	Pb
AMS 4676D	≤0.02	≤2.5	2.00~4.0 0	0.25~1.0 0	—	≤1.00	余量	≤0.006
GB/T5235	—	≤2.0	2.3~3.15	0.35~0.8 6	—	—	27~33	—

Alloy K-500

表3 物理性能

密度	8.44 g/cm ³
熔点	1315~1350°C

表4 室温和高温典型物理性能

温度 (°C)	膨胀系数 ($\mu\text{m}/\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$)	导热系数 ($\text{W}/\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$)	比热 ($\text{J}/\text{Kg}\cdot^{\circ}\text{C}$)	电子系数 ($\mu\Omega\cdot\text{m}$)
-200	11.2			0.550
-157	11.7	12.3	297.3	
-130	12.2	13.1	322.4	
-70	13.0	14.7	364.3	
21		17.2	418.7	0.615
100	13.7	19.4	448.0	0.618
200	14.6	22.2	477.3	0.628
300	14.9	25.4	489.9	0.640
400	15.3	28.2	502.4	0.648
500	15.7	31.4	523.4	0.653
600	16.4	34.2	552.7	0.658
700	16.7	37.3	590.3	0.665
800	17.3	40.2	657.3	0.678
900		43.1	778.7	0.695

机械性能

表5 棒材、锻件常用室温拉伸性能

类型和尺寸		抗拉强度 (MPa)	屈服强度0.2%, (MPa)	延伸率 (50mm) (%)	硬度	
					布氏	洛氏C
硬态Y	3~20mm	≥1000		≥15		
	> 20~40mm	≥965		≥17		
	> 40~65	≥930		≥20		
热加工态R	6~254	实测	—	实测		

类型和尺寸		抗拉强度 (MPa)	屈服强度0.2%, (MPa)	延伸率 (50mm) (%)	硬度	
					布氏	洛氏C
退火态M	3~65	≥895	—	≥20		
圆棒、六角、四方、长方、锻件，热加工+时效	所有尺寸	≥965	≥690	≥20	≥265	≥27
圆棒，冷加工+时效	6.4~25.4	≥1000	≥760	≥15	≥300	≥32
	> 25.4~76.2	≥965	≥690	≥17	≥280	≥29
	> 76.2~101.6	≥930	≥655	≥20	≥255	≥25
六方，冷加工+时效	6.4~50.8	≥965	≥690	≥15	≥265	≥27
四方、六方、长方、六方、锻件，退火+时效	< 25.4	≥895	≥620	≥20	≥250	≥24
	≥25.4	≥895	≥585	≥20	≥250	≥24

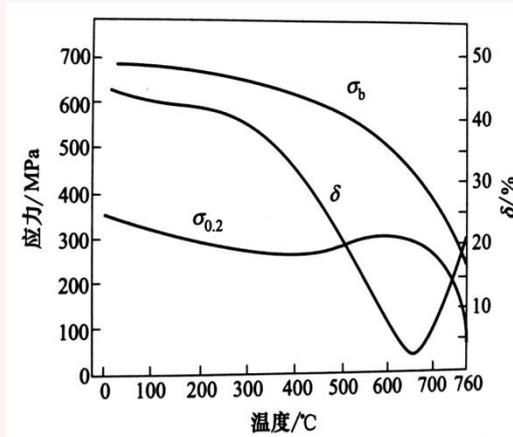


图1 K-500热轧材的高温力学性能

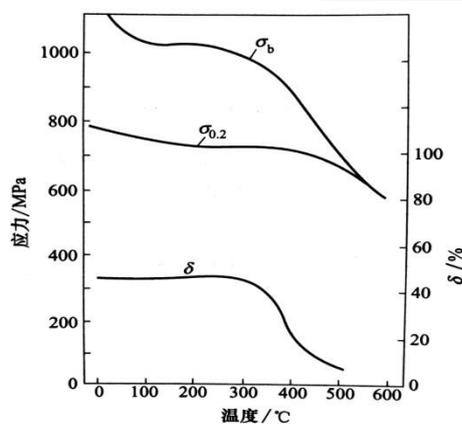


图2 K-500热加工+时效的高温力学性能

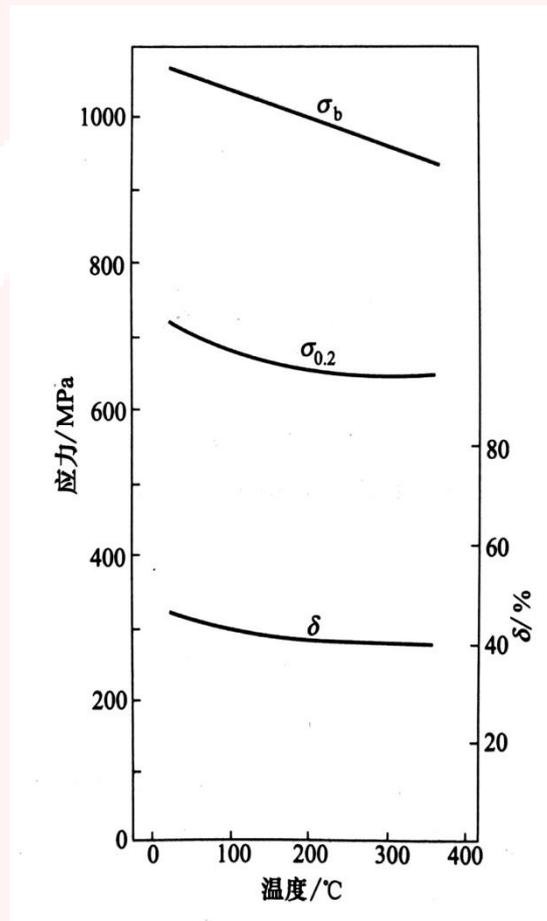


图3 K-500退火+时效的高温力学性能

Alloy K-500

金相结构

K-500合金为面心立方晶格结构，镍-铜合金是镍和铜元素完全互溶奥氏体组织。此合金中含有铝、钛等元素，经一定的热处理后，在基体上存在弥散分布的Ni₃(Ti、Al)金属间化合物沉淀。

耐腐蚀性

一般固溶态的K-500合金的耐蚀性与400合金基本相同，因此400合金的腐蚀数据完全可以适用于固溶态的K-500合金。但是，K-500合金经固溶+时效后，其耐蚀性一般要低于固溶态。同时在一些条件下还会出现应力腐蚀断裂。例如在氢氟酸的气相中，受拉伸应力K-500合金就会产生应力腐蚀。由于K-500合金在流动海水中的低腐蚀速度和此合金的高强度，因此，K-500合金特别适用于制造耐海水腐蚀的离心泵和轴。在静止和流速慢的海水中，海洋生物和污垢在K-500合金表面附着会引起点蚀，但其扩展较慢。

加工及热处理

热加工：

K-500合金的热变形温度为871~1150℃，当变形量大时，则建议在1038~1150℃进行。K-500合金的冷变形均在退火（或固溶态）进行。

机加工

常规的加工方法均适用于此合金，虽然K-500合金的具有较大的变形抗力，但其塑性好，因而不会产生任何困难。

热处理

K-500合金主要有两种退火方式：固溶退火和中间退火。这两种退火工艺在使用目的和工艺上都有差别。

固溶处理：Monel K500主要是通过第二相粒子Ni₃(Ti,Al)的析出达到硬化的目的。第二相粒子的析出就像是时效处理的固态反应。在时效处理之前，首先应进行的是固

溶处理，这样可以溶解在之前的工序中形成的粒子。固溶处理通常如下：热加工态的产品通常加热到 982°C ，冷加工态的产品通常加热到 1038°C 为了防止晶粒的过分长大，通常保温时间不超过30min。加热和冷却时间保持在最低限度，以防止有害相的析出。固溶处理的冷却通常为水冷。

中间回火：在生产产品的机械制造过程中，需要对产品进行软化处理。这样的回火可以使材料结构再结晶化，回火温度一般选为 $760^{\circ}\text{C}\sim 871^{\circ}\text{C}$ 。

更高的温度可以使产品退火，但是，中间退火的温度要限制在不使晶粒长大的范围内。保温时间不能过长，要防止第二相粒子的形成。以免影响合金的硬度。

通常，在加工产品的过程中，温度达到设定的温度后保温1小时就可以使材料软化。使用者警告：不建议大于1.5h。时间过长会导致TiC的形成。TiC在时效（通常用来硬化K-500合金）的过程中很稳定，所以，其中的Ti在时效的过程中不能参与形成 $\text{Ni}_3(\text{Ti},\text{Al})$ 。因此，强度和硬度都会受到影响。

很明显，最好避免TiC相的形成。但是，如果由于不适当的处理方式形成了TiC，可以通过在 1121°C 保温30min来溶解TiC。但是需要注意的是，这样的热处理方式会导致晶粒粗大，会降低成形能力。但是，如果想保证产品硬度及强度均匀，必须采取高温固溶的方式。